

## PEMANFAATAN LIMBAH PADAT PABRIK GAS ACETILEN DAN LIMBAH CAIR PABRIK SODA UNTUK PEMBUATAN $\text{CaSO}_4$

Sani

Teknik Kimia FTI-UPNV Jawa Timur

### ABSTRACT

This research aims to create calcium sulfate by using waste gas and waste asetelin soda industry, by studying the effect of reactant ratio, temperature and reaction time on conversion produced.

The material used is acetylene gas waste, industrial waste soda,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{MgSO}_4$ , distilled water, EDTA solution,  $\text{AgNO}_3$ . The tools used between laibn three neck flask, electric stirrer, thermometer, electric stove, stative

Variables used in this research are fixed variables: Volume of waste = 100 ml, stirring speed = 200 rpm. While the variable changed is the ratio of reactants, temperature and time (minutes). The results can be concluded that the best conversion is the ratio of 1:3 at a temperature of  $60^\circ\text{C}$  and 40 minutes is 46.36%

*Keywords: Gas Acetilen, stirring speed, time, temperature, gypsum*

### PENDAHULUAN

Akhir - akhir ini masalah limbah industri banyak di bicarakan orang. Karena dampak yang timbul mempengaruhi lingkungan dan manusia. Dengan berkembangnya industri - industri mengakibatkan meningkatnya hasil buangan baik kualitas maupun kuantitas. Permasalahan yang timbul dari hasil industri tersebut secara lambat maupun secara cepat dapat mendatangkan suatu masalah. Sehingga dengan adanya masalah tersebut diharapkan ada keterpaduan antara industri dengan peneliti.

Di Surabaya dan sekitarnya terdapat 4 perusahaan yang memproduksi gas asetilen dan menimbulkan buangan kapur semi padat. Selama ini buangan kapur ditampung di halaman pabrik dan dibiarkan saja. Sehingga semakin lama semakin terbatas. Limbah gas asetilen ini mengandung kalsium, jika dibuang ke lingkungan akan membuat tanah menjadi tandus dan gersang.

P.T. Industri Soda Indonesia, Waru menghasilkan limbah cair yang mengandung asam sulfat, yang diperoleh dari pemakaian asam sulfat pekat yang

digunakan untuk menangkap air terbawa gas  $\text{Cl}_2$ .

Dari latar belakang diatas permasalahan dalam penelitian ini adalah apakah perbandingan limbah gas asetelin dan limbah cair industri soda pada hasil  $\text{CaSO}_4$  yang terbentuk, apakah  $\text{CaSO}_4$  yang terbentuk dapat memenuhi standart yang ada.

Penelitian ini bermaksud memanfaatkan limbah pabrik gas asetilen yang banyak mengandung kalsium ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) dan limbah cair industri soda Waru yang banyak mengandung asam sulfat untuk direaksikan sehingga terbentuk kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ) yang mempunyai nilai ekonomi dan bahan berharga jual.

### Landasan Teori

#### Limbah Padat Industri Gas Asetilen

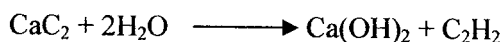
Gas asetilen mempunyai rumus bangun  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  dengan sifat-sifat sebagai berikut: a. beracun., b. tidak berwarna, c. berbau khas, d. digunakan dalam industri kimia sebagai bahan sintesa produk yang penting, e. explosive (Othmer, 1953).

Di Indonesia pada umumnya digunakan untuk pekerjaan pengelasan dan pemotongan di bengkel-bengkel. Gas

asetilen dapat dibuat dari hidrokarbon dan dari kalsium karbid atau karbit.

Pembuatan asetilen dari hidrokarbon dengan menggunakan proses thermal cracking, yaitu pemecahan senyawa-senyawa hidrokarbon dengan bantuan panas, sehingga menjadi gas asetilen ( $C_2H_2$ ).

Sedangkan pembuatan asetilen dari kalsium karbid cukup dengan menambah air, maka diperoleh gas asetilen. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Karena proses dari kalsium karbid dengan air mudah dan sederhana, maka pembuatan gas asetilen dilakukan dari kalsium karbid.

Limbah industri asetilen adalah buangan yang dihasilkan industri gas asetilen. Yang terdiri dari limbah padat dan limbah cair. Limbah padat komponen utamanya  $Ca(OH)_2$  dan limbah cair komponen utamanya air.

### Limbah Cair Industri Soda

Limbah cair industri soda diperoleh dari elektrolisis garam. Garam yang dipakai sebagai elektrolisis adalah air garam dengan temperatur 70 – 75 °C. Sel elektrolisis menggunakan arus searah, sebagai anoda dipakai citocret titanium dan sebagai katoda dipakai merkuri sehingga air garam terurai menjadi ion  $Na^+$  dan ion  $Cl^-$  akan menguap. Ion  $Na^+$  disini akan diikat oleh Hg membentuk Na amalgam dan ion  $Cl^-$  menguap melalui lubang-lubang<sup>g</sup> metal anoda terbentuk sebagai gas  $Cl_2$ . Gas  $Cl_2$  yang terjadi akan dihisap oleh suatu pompa vacum kemudian dialirkan ke unit HCl dan clor cair.

Pada unit klor cair ada beberapa tahap untuk memproduksinya, antara lain pencucian, pengeringan, penekanan, pendinginan, dan pengisian. Dimana ada proses pengeringan inilah terdapat asam sulfat buangan yang kita gunakan untuk pembuatan calcium sulfat.

Tujuan dari proses pengeringan ini adalah menghilangkan air yang ada pada

gas chlor dengan menggunakan larutan  $H_2SO_4$  pekat sebagai pengikat uap air. Asam sulfat yang tidak bisa mengisap air lagi, dibuang (dikeluarkan) yang jumlahnya sebanyak 3 kg per hari. Asam sulfat buangan ini masih mengandung kadar asam sulfat 60 - 70% berat.

### Gibs

$CaSO_4$  dalam dunia perdagangan dikenal dengan nama gips atau gipsum yang berasal dari bahasa Yunani "Gepsos" yang berarti kapur.  $CaSO_4$  atau gips itu berupa serbuk berwarna putih. Sebagai suatu bahan mineral (buatan) maka  $CaSO_4$  atau, gips diketahui sebagai deposit, terdapat di beberapa daerah di Indonesia, yaitu daerah: Cirebon, Rembang, Cepu, Madura, Bondowoso, dan pacitan.

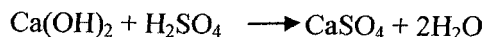
Di dalam alam  $CaSO_4$  atau gypsum ditemukan dalam 5 jenis bentuk yaitu:

1. Rock Gypsum, sering dijumpai berbentuk granular dan buram. Biasanya mengandung sedikit dolomit, batu kapur dan kadar  $CaSO_4$  : 85 %.
2. Selenite Gypsum, berbentuk kristal, transparan, dan tidak berwarna.
3. Alabaster Gypsum, bentuknya bagus, berwarna putih dan agak bening, dipakai untuk dekorasi, arsitektur dan sebagainya.
4. Gypsite, bentuk kristal gips yang bercampur tanah liat.
5. Satinspar Gypsum, berbentuk fiber. Seringkali ditemukan dalam lapisan tipis dengan bentuk kristal.

Limbah padat yang dihasilkan oleh industri gas asetilen banyak mengandung  $Ca(OH)_2$ . Dan limbah cair industri soda banyak mengandung  $H_2SO_4$ . Selama ini limbah tersebut belum, dimanfaatkan secara maksimal, cenderung dibiarkan begitu saja sehingga dapat membahayakan lingkungan hidup.

Secara teoritis  $CaSO_4$  dapat diperoleh dengan mereaksikan asam sulfat dengan kalsium misalnya  $Ca(OH)_2$ .

Reaksi



Reaksi diatas adalah reaksi asam basa. Dimana  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  adalah basa kuat dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  adalah asam kuat. Dan untuk membentuk kalsium sulfat yang merupakan garam diperlukan asam yang berlebih sebagai reaktan (Vogel, 1985).

Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi pembentukan kalsium sulfat adalah

### 1.Suhu

Suhu sangat berpengaruh dalam pembentukan  $\text{CaSO}_4$ . Makin besar reaksi makin banyak pula  $\text{CaSO}_4$  yang terbentuk hingga mencapai suhu optimum dan akhirnya akan menurun. Pada penelitian ini suhu reaksi dipelajari pada kisaran 30 — 70°C. Karena  $\text{CaSO}_4$  mulai terbentuk pada suhu 30°C.

### 2.Waktu Reaksi

Pengaruh waktu reaksi terhadap suhu dan perbandingan reaktan dipelajari pada kisaran 10 - 50 menit. Pada waktu 10 menit mulai terjadi reaksi pembentukan  $\text{CaSO}_4$  dan akan terus terbentuk sesuai penambahan waktu dan pengaruh suhu serta perbandingan reaktan, maka  $\text{CaSO}_4$  yang terbentuk akan bertambah besar dan akan mencapai waktu optimum dan akhirnya minimum pada waktu tertentu.

### 3. Perbandingan Reaktan

Reaksi pembentukan  $\text{CaSO}_4$  adalah reaksi asam basa dimana asamnya adalah asam kuat. Sehingga jumlah asamnya

sebagai reaktan harus berlebih. Karena untuk mengikat ion  $\text{Ca}^{2+}$  diperlukan beberapa ion  $\text{SO}_4^{2-}$ .

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pembuatan  $\text{CaSO}_4$  dari limbah gas asetilen dan limbah cair industri soda bersama kondisi operasinya.

Bahan yang digunakan adalah limbah gas asetilen, limbah industri soda,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{MgSO}_4$ , aquadest, larutan EDTA,  $\text{AgNO}_3$ .

Alat yang digunakan antara lain labu leher tiga, pengaduk listrik, thermometer, kompor listrik, statif

Peubah-peubah yang digunakan penelitian ini adalah

Peubah tetap: Volume limbah = 100 ml dan kecepatan pengadukan = 200 rpm

Sedangkan peubah berubah adalah

- Perbandingan jumlah reaktan

= 1: 2; 1: 3; 1: 4; 1: 5; 1: 6

- Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) = 30, 40, 50, 60, 70

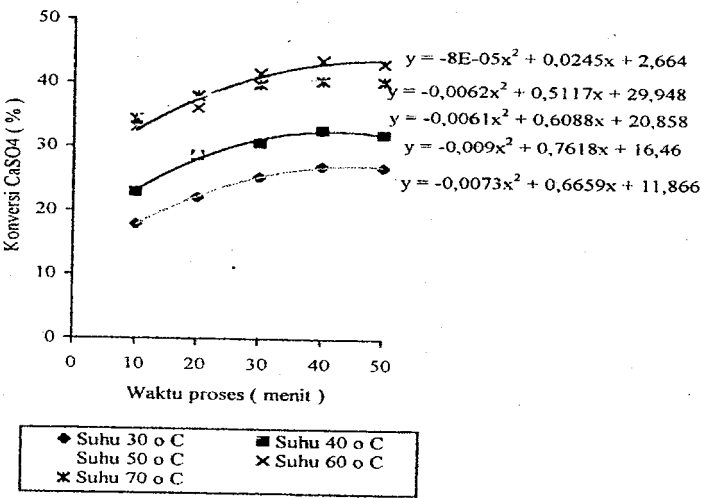
- Waktu (menit) = 10 ; 20 ; 30 ; 40 ; 50

Pelaksanaan penelitian adalah dipasang alat labu leher tiga bersama pengaduk dan pemanas. Diukur limbah gas asetilen sebanyak 100 ml lalu dimasukkan kedalam labu leher tiga sambil diaduk dan ditambahkan limbah soda sesuai dengan peubah berubah dan dipanaskan sesuai waktu dan suhu yang telah ditentukan. Kemudian dianalisa kandungan  $\text{CaSO}_4$ .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel I.: Hubungan Konversi CaSO<sub>4</sub> pada berbagai waktu dan suhu pada perbandingan jumlah reaktan

Perbandingan	Suhu (°C)	Waktu (Menit)	Konver Si %	Suhu (°C)	Waktu (Menit)	Konver Si %	Suhu (°C)	Waktu (Menit)	Konver Si %	Suhu (°C)	Waktu (Menit)	Konver Si %	Suhu (°C)	Waktu (Menit)	Konver Si %
1:2	30	10	17,88	40	10	22,97	50	10	26,99	60	10	33,14	70	10	34,34
		20	22,1		20	28,68		20	29,00		20	36,07		20	37,93
		30	25,77		30	30,62		30	69,87		30	41,53		30	39,74
		40	27,01		40	32,63		40	35,91		40	43,28		40	40,33
		50	26,84		50	31,98		50	35,57		50	43,05		50	40,21
1:3	30	10	21,47	40	10	29,86	50	10	35,07	60	10	33,73	70	10	32,33
		20	25,78		20	30,82		20	37,81		20	36,62		20	35,06
		30	29,42		30	33,68		30	39,37		30	40,71		30	43,48
		40	32,97		40	36,54		40	42,22		40	46,36		40	44,06
		50	32,50		50	36,37		50	42,04		50	46,20		50	44,61
1:4	30	10	23,77	40	10	27,59	50	10	32,14	60	10	33,09	70	10	32,00
		20	25,39		20	29,92		20	34,07		20	33,31		20	33,58
		30	28,79		30	32,31		30	34,57		30	36,69		30	34,59
		40	31,15		40	33,37		40	37,89		40	39,01		40	35,44
		50	30,98		50	33,23		50	36,64		50	38,75		50	35,24
1:5	30	10	21,51	40	10	26,29	50	10	27,31	60	10	28,04	70	10	27,69
		20	25,39		20	28,25		20	28,80		20	31,18		20	29,22
		30	26,35		30	29,10		30	30,11		30	34,14		30	32,23
		40	28,25		40	31,22		40	33,05		40	36,95		40	34,68
		50	27,99		50	30,90		50	32,82		50	36,68		50	34,51
1:6	30	10	17,78	40	10	21,95	50	10	2,77	60	10	23,64	70	10	23,22
		20	21,13		20	23,65		20	24,12		20	26,22		20	24,47
		30	21,98		30	24,48		30	25,27		30	28,75		30	27,10
		40	23,64		40	26,14		40	27,83		40	29,52		40	27,80
		50	23,60		50	25,94		50	27,63		50	29,44		50	27,61



Grafik I. Hubungan antara konversi CaSO<sub>4</sub> dengan waktu reaksi pada perbandingan 1 : 2 pada berbagai suhu.

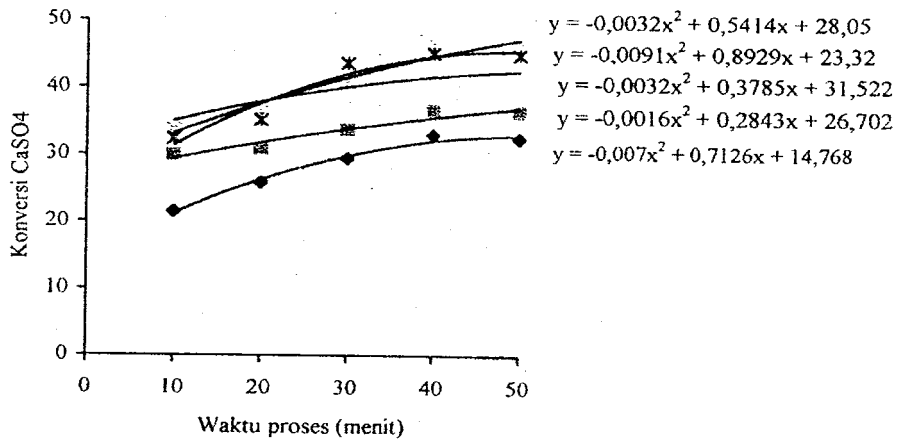
Pembahasan :

Dari grafik 1 waktu pemanasan versus % konversi CaSO<sub>4</sub> terlihat bahwa persen konversi dipengaruhi oleh lamanya waktu pemanasan, suhu dan perbandingan reaktan. karena makin lama waktu proses

kontak antara Ca<sup>2+</sup> dengan ion SO<sub>4</sub><sup>=</sup> semakin lama sehingga yang terikat menjadi CaSO<sub>4</sub> makin banyak sehingga konversi makin besar. Konversi ini mencapai harga optimum pada suhu 60 °C pada waktu proses 40 menit dengan konversi = 43,28 %

Digunakan perbandingan reaktan 1 : 2. Hal ini disebabkan karena untuk reaksi basa + asam kuat diperlukan asam kuat yang berlebih sehingga dapat mengikat basa untuk membentuk garam  $\text{CaSO}_4$ . Jadi

$\text{Ca(OH)}_2$  yang bereaksi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  memerlukan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yang berlebih untuk mendapatkan reaksi yang sempurna. Reaksi ionisasi =  $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4$



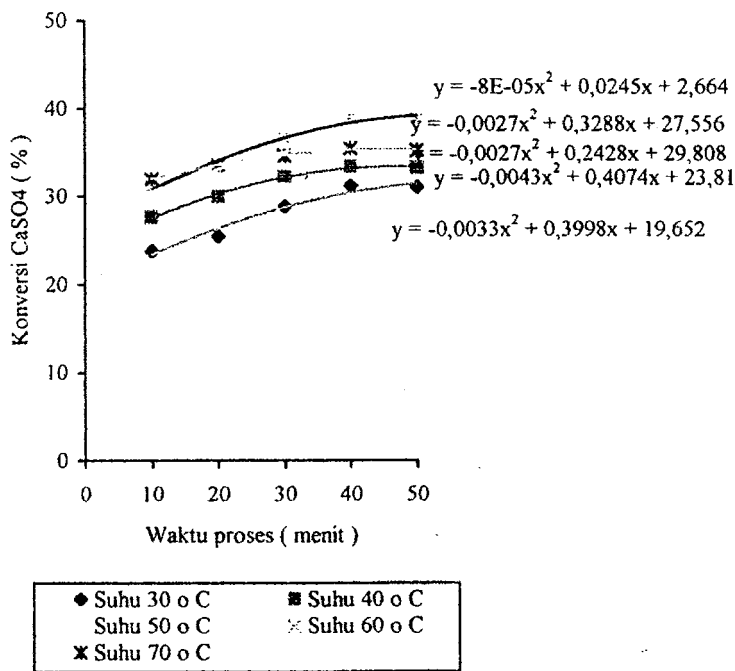
Grafik 2. Hubungan antara konversi  $\text{CaSO}_4$  dengan waktu reaksi pada perbandingan 1 : 3 pada berbagai suhu

### Pembahasan

Grafik 2 waktu pemanasan versus % konversi  $\text{CaSO}_4$  terlihat bahwa persen konversi dipengaruhi oleh lamanya waktu pemanasan, suhu dan perbandingan reaktan. karena makin lama waktu proses kontak antara  $\text{Ca}^{2+}$  dengan ion  $\text{SO}_4^{2-}$  semakin lama sehingga yang terikat menjadi  $\text{CaSO}_4$  makin banyak sehingga konversi makin besar. Konversi ini mencapai harga optimum pada suhu 60 °C pada waktu proses 40 menit dengan konversi = 46,36 %

Digunakan perbandingan reaktan 1 :

3. Hal ini disebabkan karena untuk reaksi basa + asam kuat diperlukan asam kuat yang berlebih sehingga dapat mengikat basa untuk membentuk garam  $\text{CaSO}_4$ . Dan pada perbandingan 1 : 3 konversi mulai mengalami kenaikan dibandingkan 1 : 2. Karena  $\text{Ca(OH)}_2$  yang bereaksi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  makin banyak. Jadi  $\text{Ca(OH)}_2$  yang bereaksi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  memerlukan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yang berlebih untuk mendapatkan reaksi yang sempurna. Reaksi ionisasi =  $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4$

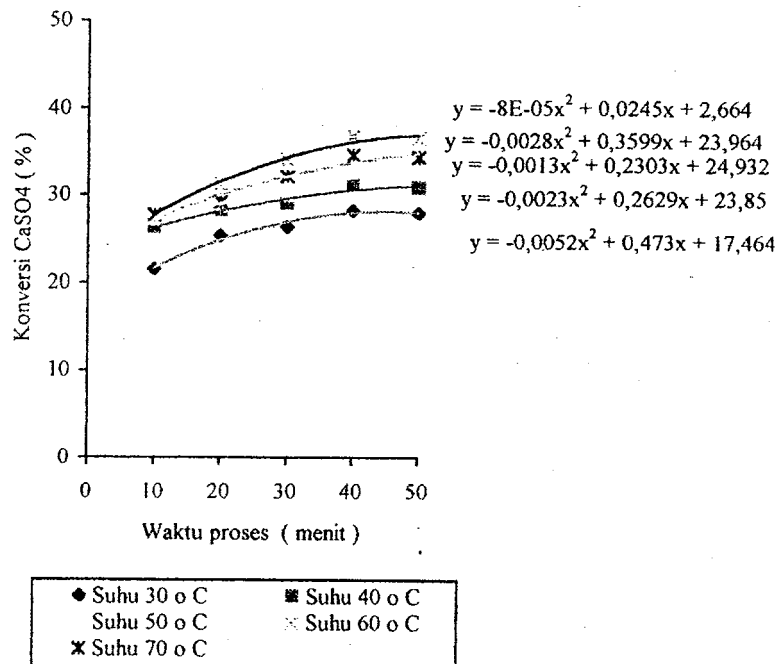


GRAFIK 3. Hubungan antara konversi  $\text{CaSO}_4$  dengan waktu reaksi pada perbandingan 1 : 4 pada berbagai suhu

**Pembahasan :**

Grafik 3 waktu pemanasan versus % konversi  $\text{CaSO}_4$  terlihat bahwa persen konversi dipengaruhi oleh lamanya waktu pemanasan, suhu dan perbandingan reaktan. karena makin lama waktu proses kontak antara,  $\text{Ca}^{2+}$  dengan ion  $\text{SO}_4^{4-}$  semakin lama sehingga yang terikat menjadi  $\text{CaSO}_4$  makin banyak sehingga konversi makin besar. Konversi ini mencapai harga optimum pada suhu 60 °C pada waktu proses 40 menit dengan konversi = 39,01 %

Digunakan perbandingan reaktan 1 : 4. Hal ini disebabkan karena untuk reaksi basa + asam kuat diperlukan asam kuat yang berlebih sehingga dapat mengikat basa untuk membentuk garam  $\text{CaSO}_4$ . Dan pada perbandingan 1 : 4 konversi mulai mengalami kenaikan dibandingkan 1 : 3. Karena  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang bereaksi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  makin banyak. Jadi  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang bereaksi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  memerlukan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yang berlebih untuk mendapatkan reaksi yang sempurna.  
Reaksi ionisasi =  $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4$



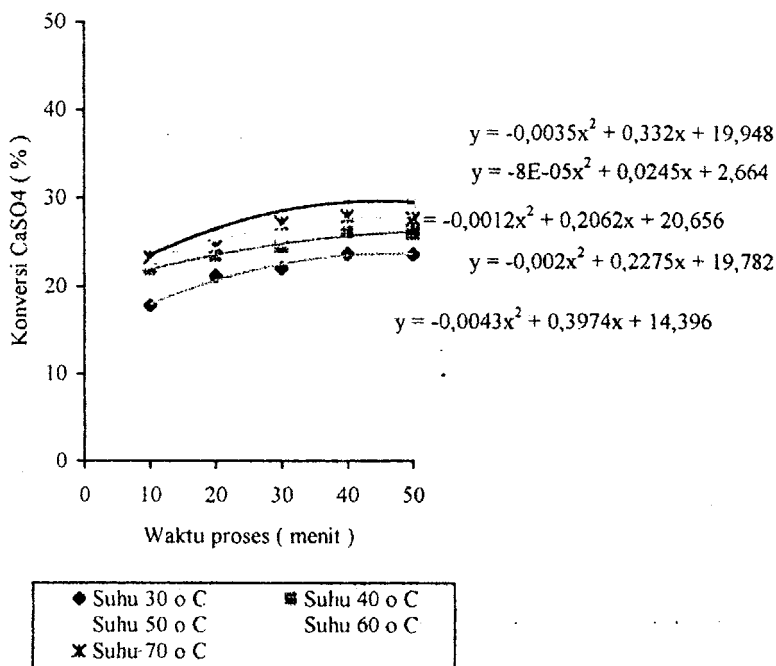
Grafik 4 : Hubungan antara konversi  $\text{CaSO}_4$  dengan waktu proses pada perbandingan 1 : 5 pada berbagai suhu.

### Pembahasan

Grafik 5 waktu pemanasan versus % konversi  $\text{CaSO}_4$  terlihat bahwa persen konversi dipengaruhi oleh lamanya waktu pemanasan, suhu dan perbandingan reaktan.karena makin lama waktu proses kontak antara  $\text{Ca}^{2+}$  dengan ion  $\text{SO}_4^{2-}$  semakin lama sehingga yang terikat menjadi  $\text{CaSO}_4$  makin banyak sehingga konversi makin besar. Konversi ini

mencapai harga optimum pada suhu 60 °C pada waktu proses 40 menit dengan konversi = 36,95 %

Digunakan perbandingan reaktan 1 : 5. Hal ini disebabkan karena untuk reaksi basa + asam kuat diperlukan asam kuat yang berlebih sehingga dapat mengikat basa untuk membentuk garam  $\text{CaSO}_4$ . Reaksi ionisasi =  $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4$



Grafik 5. Hubungan antara konversi  $\text{CaSO}_4$  dengan waktu proses pada perbandingan 1 : 6 pada berbagai suhu.

## Pembahasan

Grafik 2 waktu pemanasan versus % konversi  $\text{CaSO}_4$  terlihat bahwa persen konversi dipengaruhi oleh lamanya waktu pemanasan, suhu dan perbandingan reaktan. karena makin lama waktu proses kontak antara  $\text{Ca}^{2+}$  dengan ion  $\text{SO}_4^{2-}$  semakin lama sehingga yang terikat menjadi  $\text{CaSO}_4$  makin banyak sehingga konversi makin besar. Konversi ini mencapai harga optimum pada suhu 60 °C pada waktu proses 40 menit dengan konversi = 29,54

Digunakan perbandingan reaktan 1 : 6. Hal ini disebabkan karena untuk reaksi basa + asam kuat diperlukan asam kuat yang berlebih sehingga dapat mengikat basa untuk membentuk garam  $\text{CaSO}_4$ . Dan pada perbandingan 1 : 6 konversi mulai mengalami penurunan dibandingkan 1 : 6. Karena  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang bereaksi dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sudah mencapai optimum dan pada perbandingan 1 : 6 terjadi penurunan

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa  $\text{CaSO}_4$  yang di dapat pada kondisi terbaik adalah Waktu operasi = 40 menit, Suhu operasi = 60 °C, Perbandingan reaktan = 1 : 3. Hasil yang optimum, yaitu. Konversi optimum = 46,36 %, Berat  $\text{CaSO}_4$  = 165,78 gram, Kadar  $\text{CaSO}_4$  = 25,96 %.

### Saran

Manfaat dari Kalsium sulfat pada bidang industri cukup banyak, maka dari hasil penelitian ini sekiranya dapat dikembangkan menjadi penelitian lanjutan untuk menyempurnakan dari hasil penelitian sebelumnya.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Arthur and Rose E., 1959, "**The Condensed Chemical Dictionary**", Second Edition, Reinhold Publishing Corporation and Maruzen Limited, New York.
- Kirk, R.E., and Othmer, O.F., 1953, "**Encyclopedia of Chemical Technology**", Vol. 15, The Interscience Encyclopedia, Inc, New York.
- Perry, R.H., 1984, "**Perry's Chemical Engineers' Hand Book**", 6 th ed., Mc. Grave Hill International Book Company, Singapore
- Pudji, A. H, 1989, "**Analisa Kimia Kuantitatif** ", Ed. 5, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Vogel, 1979, "**Analisa Kuantitatif Macro Dan Semi Macro Inorganik**", Logman Group Limited, London.